

ВЛАСОВА Г. М.

РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ 2-го ГОДА ЖИЗНИ НА ЗОЛООТВАЛЕ БЕРЕЗНИКОВСКОЙ ТЭЦ № 4

Стационарный участок, где проводились испытания ассортимента растений, могущих произрастать в необычных условиях, расположен на золоотвале ТЭЦ № 4 в г. Березники, Пермской области. Площадь золоотвала 16,9 га. Это самый крупный из группы золоотвалов ТЭЦ, расположенных рядом друг с другом и составляющих всего 25,5 га. Последняя секция из этой группы золоотвалов была закончена в 1959 г.

Помимо золоотвалов ТЭЦ № 4, у всех других ТЭЦ промышленных предприятий г. Березники имеются свои золоотвалы, составляющие в общей сложности значительную площадь изъятую из культурного пользования земли.

Золоотвал, на котором в 1961 г. были заложены опыты, находится вблизи азотнотукового завода и ТЭЦ, рядом с городской шоссейной дорогой, железной дорогой на Соликамск и западной окраиной г. Березники.

ТЭЦ № 4 работает на углях Кизеловского месторождения со средней зольностью 30% и содержанием серы 5,6%. Толщина слоя золы на стационаре достигает 4 метров. Масса золы представлена тончайшими, ничем между собой не связанными частицами, с включением нераздробленного шлака. В составе золы обнаружено: SiO_2 —48,8%, Fe_2O_3 —20,5%, Al_2O_3 —23,45% и др. соединения. pH золы 5,2—6,0. Питательные вещества для растений в золе почти не обнаружены. На 100 г субстрата приходится всего: P_2O_5 —1,25 мг, K_2O —11,4 мг, азота — следы. Выращивание растений на таком необычном субстрате, лишенном необходимого питания для растений, в условиях г. Березники связано еще с одним серьезным затруднением — с высокой загазованностью воздуха.

При малейшем ветре частицы золы поднимаются в воздух, разносятся на большое расстояние и ухудшают санитарную зону этой части г. Березники. Поэтому закрытие пылящей поверхности золоотвала растительностью является очень важным мероприятием.

Источником загрязнения воздуха являются все промышленные

предприятия города. Только один азотнотуковый завод выбрасывает ежесуточно в атмосферу окислов азота 12 т, аэрозолей серной кислоты около 3 т, окиси углерода до 70 т, коксовой пыли 6 т. Сама ТЭЦ № 4 выбрасывает дополнительно в атмосферу 300 т пыли и около 300 т сернистых соединений в сутки. Содовый завод добавляет в атмосферу хлор и сернистый газ. Все эти предприятия расположены вблизи золоотвала. Кроме того, загрязнение атмосферы хлором происходит за счет магниевого завода и калийного комбината, которые выбрасывают в воздух хлора и хлористого водорода в 126 раз больше, чем содовый завод. При высоте труб в 120 м максимальный уровень загрязнения воздуха хлором отмечен в радиусе 1 км, хлористым водородом — в радиусе 4 км. На остальных расстояниях равномерные концентрации хлора не превышают предельно допустимую норму, а по хлористому водороду превышают даже в радиусе 10 км. Концентрация окислов азота в радиусе 0,5 км превышает предельно допустимую норму в 14 раз. Концентрация сернистого газа от ТЭЦ № 4 на расстоянии 500 м превышает предельную норму в 11,4 раза.

Незначительная скорость ветра, большое количество штилевых дней в году и высокая влажность воздуха способствуют созданию более высоких концентраций газов над золоотвалом, что весьма отрицательно сказывается на состоянии выращиваемых растений.

В связи с указанным, было крайне интересно установить, какие растения в этих условиях смогут нормально развиваться, а также установить влияние задымления на рост и развитие опытных растений.

Г. Березники расположен в континентальном климате с холодной, продолжительной зимой. Большая часть осадков выпадает в теплое время года. Преобладающий ветер южный, средняя скорость его — 3,5 м/сек. Продолжительность вегетационного периода составляет 150—160 дней. Количество выпавших осадков за период вегетации (V—VIII месяцев) характеризуется следующими цифрами: 1958 г. — 306,8 мм, 1959 г. — 267,5 мм, 1960 г. — 166,1 мм, 1961 г. — 262,5 мм, 1962 г. — 389 мм. Причем, в 1961 г., несмотря на то что количество осадков равнялось примерно средней многолетней норме за этот период, в июне месяце, когда был проведен первый посев, осадков выпало в 2,5 раза меньше, чем в 1959 г., и многие растения в фазе всходов, попав в засуху, погибли. Наоборот, в 1962 г. 348,5 мм осадков выпало в июне — августе. Температура воздуха в мае 1962 г. была на 6° выше, а в июне на 4,3° ниже средней многолетней за этот период. Большое количество осадков и относительно высокая температура воздуха способствовали росту растений на золоотвале.

Методика работы. Опыты на золоотвале БТЭЦ № 4 были заложены весной 1961 г. Для покрытия его использовался среднеразложившийся торф болот из поймы р. Камы из расчета 400 м³ на гектар.

Стационарный опытный участок весеннего посева 1961 г. представлен 96 деланками, из которых 24 имели размеры по 100 м² и 72 — по 50 м². На площади 1500 м² высеяны семена различных растений в небольших количествах. Посев проведен с 29 мая по 5 июня вручную в 4-х вариантах и двух повторностях:

I. Посев на золе + 3—4 см торфа.

II. Посев на золе + 3—4 см торфа + полное минеральное удобрение (NPK).

III. Посев на золе + полное минеральное удобрение.

IV. Посев на золе + полиакриламид.

Испытывались следующие культуры в чистом виде: эспарцет песчаный, люцерна синегибридная, донник белый, клевер красный, костер безостый, овсяница красная; однолетние: овес посевной, горчица сарептская, просо, суданская трава.

Во всех указанных вариантах был также проведен посев следующих травосмесей из многолетних и однолетних культур:

1. Люцерна синегибридная + костер безостый.

2. Люцерна синегибридная + овсяница луговая.

3. Эспарцет песчаный + житняк ширококолосьный.

4. Люцерна синегибридная + эспарцет песчаный + житняк ширококолосьный.

5. Донник белый + суданская трава.

6. Клевер красный + овсяница красная.

Все посевы были прикатаны обычным газонным катком.

Одновременно в качестве контроля высеяны на почве в школе им. Н. А. Островского овсяница красная, костер безостый, люцерна синегибридная, клевер красный, донник белый и эспарцет песчаный.

Общая площадь весеннего посева на золоотвале составила 0,75 гектара. Кроме того, со 2 по 9 августа на стационаре был проведен осенний посев трав в чистом виде и в виде травосмесей. Дополнительно включены в испытание: регнерия омская, донник желтый, клевер белый. Варианты опыта те же, что и весеннего посева, за исключением варианта с полиакриламидом. Дополнительно проведен посев на чистой золе. Площадь деланок по 100 м² в двухкратной повторности.

Общая площадь осеннего посева 1,5 гектара. Таким образом в первый год работы на золоотвале БТЭЦ № 4 общая площадь посева составила 2,25 гектара. Норма высева для всех культур применялась двухкратная.

Большое значение придавалось внесению удобрений, которые были внесены из расчета: азота — 20 кг, фосфора — 30 кг, калия — 45 кг действующего начала на гектар. В варианте зола + NPK удобрения вносились из расчета 5 кг/сотку (или 5 ц/га), а в варианте зола + торф + NPK — 2,5 кг/сотку (или 2,5 ц/га). Перед уходом в зиму растения подкормлены калийной селитрой из расчета 2 ц/га. Повторная подкормка посевов проведена весной 1962 г. из расчета: азота — 60 кг, калия — 20 кг действующего начала на гектар.

Массовый посев многолетних культур проведен на золоотвале в конце июля 1962 г. на золе с торфяным покрытием — 1,5 га и на золе с применением азотнокалийных удобрений — 0,4 га. Удобрения внесены из расчета: азота — 50 кг, калия — 25 кг действующего начала на гектар. Перед уходом в зиму новый посев подкормлен калийной селитрой из расчета 30 кг действующего начала на гектар.

Для изучения поведения луговых растений на золе были выделены по 10 растений в каждом варианте опыта. Наблюдения за ростом и развитием выделенных растений проводились один раз в 5 дней.

Результаты испытаний. На протяжении двух лет испытаний большинство культур прошли полный цикл развития и в связи с этим приводимые материалы представляют серьезный интерес как в практическом, так и в теоретическом отношениях. Как уже было указано, испытывалось две группы многолетних растений: бобовые и злаковые.

Бобовые. Характерной особенностью бобовых является образование у них на корнях клубеньков, в которых поселяются бактерии, фиксирующие азот из воздуха. Благодаря этой биологической особенности они обогащают почву азотом, что особенно важно на такой практически безазотистой среде, какой является зола каменного угля.

Эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* D. C.) был высеян во всех вариантах опыта семенами, замоченными за 3 дня до посева в 70% воды от веса семян. В чистом виде эспарцет песчаный посеян из расчета 140 кг/га, в травосмеси — 90 кг/га.

Несмотря на то что к моменту посева семена эспарцета песчаного наклюнулись, появление семядолей над почвой отмечено только через 10—12 дней, а массовые всходы лишь через 14 дней после посева. Развертывание первого настоящего листа произошло через 8—14 дней после всходов. Развитие эспарцета песчаного во всех вариантах опыта шло очень медленно и к 24 июля закончилось. Растения, попав в засуху, погибли. К весне 1962 г. сохранились лишь единичные экземпляры эспарцета песчаного в варианте с торфом. Растения образовали до 10 листьев и по 2 вегетативных побега и только единичные экземпляры цвели, завязали плоды.

Если в нормальных почвенных условиях эспарцет песчаный уже в первый год жизни проходит все фазы развития, то на золе и на второй год почти все сохранившиеся растения остались в фазе кущения и только единичные экземпляры зацвели. Очевидно, на эспарцет песчаный в первые фазы его развития сильное влияние оказала высокая загазованность воздуха: растения в фазе всходов обжигались и погибали (табл. 1).

Из данных двух лет наблюдений ясно, что эспарцет песчаный не является перспективной культурой для золоотвала в условиях г. Березники.

Таблица 1

Основные показатели роста эспарцета песчаного

Показатели	Варианты опыта			
	зола+торф	зола+торф+ +NPK	зола+NPK	зола+поли- акриламид
Посев	1/VI	1/VI	1/VI	1/VI
Всходы	14/VI	14/VI	12/VI	14/VI
1 простой лист	19/VI	23/VI	17/VI	19/VI
1 настоящий лист	22/VI	28/VI	23/VI	28/VI
Максимальная высота к концу 1-го года веге- тации, см	5,4	6,0	6,2	5,7
Максимальная высота к концу 2-го года веге- тации, см	32,2	—	—	—
Число побегов	2	—	—	—

Клевер красный (*Trifolium pratense* L.). К числу неперспективных растений для выращивания на золоотвале надо отнести также и клевер красный, высеянный во всех вариантах опыта с нормой высева 36 кг/га. Появление всходов было отмечено в этих условиях на 6—8 дней позднее, чем в обычных условиях на почве, и за весь период вегетации растения клевера красного во всех вариантах образовали только 2—3 настоящих листа.

Такое слабое развитие клевера красного на зольном субстрате объясняется тем, что, будучи по своим биологическим особенностям растением влаголюбивым, на золоотвале он попал в условия недостаточного увлажнения, а главное, высокой загазованности воздуха, что и привело к гибели большей части растений. К весне 1962 года сохранились только деланки на золе с торфом (табл. 2).

Совсем иначе шло развитие клевера красного, посеянного в августе 1961 г. За месяц вегетации до ухода в зиму растения обра-

Таблица 2

Основные показатели роста клевера красного 1-го года жизни

Показатели	Варианты опытов				
	зола+ +торф	зола+торф+ +NPK	зола+NPK	зола+поли- акриламид	почва
Посев	2/VI	2/VI	2/VI	2/VI	5/VI
Всходы	14/VI	14/VI	12/VI	12/VI	15/VI
1 простой лист	19/VI	22/VI	17/VI	19/VI	23/VI
1 настоящий лист	28/VI	28/VI	23/VI	28/VI	—
Максимальная вы- сота к концу 1-го года вегетации, см	5,2	6,1	4,1	2,1	26,5

звали по 2 настоящих листа. Корневая система к этому времени развилась меньше по абсолютно сухому весу, чем надземная часть. Главный корень имел длину до 4 см. Проведенный подсчет количества растений осеннего посева на делянках 20×20 см перед уходом в зиму и во время отрастания весной 1962 г. показал, что на золе с торфом и с торфом и удобрением сохранилось только 15% растений, а на золе с удобрением и чистой золе клевер красный погиб полностью. Но, однако, часть всходов сохранилась, что дало возможность провести наблюдения (табл. 3). Растения на учетных делянках остались в фазе вегетации, а из контрольных растений дошли до фазы цветения лишь единичные.

Таблица 3

Основные показатели роста клевера красного 2-го года жизни

Показатели	Зола+торф (весен. посев)	Зола+торф (осен. посев)	Зола+торф+ +NPK (осен- ний посев)	Почва (ве- сенний по- сев)
Максимальная средняя высота к концу 2-го года вегетации, см . .	18,6	37,2	29	89,6
Количество побегов на одном растении . . .	2,4	3,3	2,3	4
Начало бутонизации . .	—	30/VII	5/VIII	25/VI
Начало цветения	—	5/VIII	10/VIII	20/VII

Таким образом развитие клевера красного на зольном субстрате отстало на год, так как при выращивании на почве он на второй год жизни проходит весь цикл развития. Клубеньки в наших опытах не обнаружены.

Учитывая результаты двух лет наблюдений за клевером красным, пока приходим к отрицательному выводу относительно целесообразности его использования в посевах на золоотвалах в условиях г. Березники.

Люцерна синегибридная (*Medicago media* Pers) — растение ярового типа, то есть в первый же год при выращивании ее на почве она кустится и зацветает.

Так она вела себя и в нашем посеве на почве: массовые всходы появились на 10-й день после посева, а через 45 дней после всходов люцерна синегибридная зацвела, образовав к этому времени по 6—8 побегов на 1 растение. Но в первый год она семян не дала. На второй год люцерна синегибридная интенсивно росла и развивалась. Через 55—60 дней после весеннего отрастания люцерна синегибридная зацвела и дала полноценные семена. Всхожесть полученных семян — 52%.

На зольном субстрате люцерна синегибридная чувствовала себя значительно хуже. Всходы во всех вариантах появились только через две недели и большинство растений в фазе 2—3 листьев в ва-

риантах с торфом, с торфом и удобрением и с полиакриламидом засохла. На участках с минеральным удобрением около половины растений продолжало вегетировать до конца августа; некоторые растения достигли высоты 14—27 см, ветвились и часть растений на 75—80-й день после посева зацвела.

Таким образом в условиях зольного субстрата развитие люцерны синегибридной в первый год затянулось и только единичные экземпляры растений на золе с удобрением дошли до фазы цветения. Суточный прирост растений, растущих на золоотвале, был в 4 раза меньше, чем в контрольном посеве на почве.

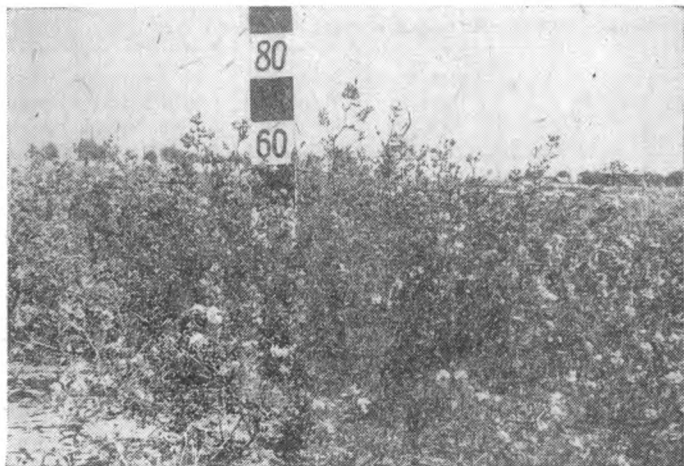


Рис. 18. Люцерна синегибридная в варианте зола+торф+
+ удобрения на 2-й год жизни.

К весне 1962 г. люцерна синегибридная на золе с полиакриламидом полностью погибла, а на остальных делянках сохранилась частично. В варианте с торфом максимальная высота растений в период вегетации составила 44,5 см. Некоторые контрольные растения образовали до 12 побегов, большая часть из которых были генеративными. Семена с этого участка не удалось собрать, так как участок был стравлен.

Люцерна синегибридная на золе с торфом и удобрением достигла максимальной высоты 51 см, раскустилась, образовала в среднем на одно растение по 4 побега (все генеративные). От весеннего отрастания до наступления массового цветения прошло 60 дней.

Хуже чувствовали себя сохранившиеся растения на золе с минеральным удобрением, что выразилось и в меньшей высоте растений (38,6 см), и в том, что цвели не все экземпляры. Хотя число побегов на 1 растение даже немного больше, чем у растений на золе с торфом и удобрением, но облиственность их значительно

меньше. Люцерна синегибридная на золе с минеральным удобрением отстает в своем развитии: растения и на второй год не дали семян.

Хорошо сохранилась люцерна синегибридная в травосмеси с костром безостым и овсяницей луговой на золе с торфом и удобрением. Здесь растения достигли в высоту 80—90 см, образовали по 9, а на отдельных экземплярах по 15 побегов, большей частью генеративных. Бутонизация отмечена 15 июня, цветение — 25 июня. Через две недели началось созревание семян. Вес 1000 зерен люцерны синегибридной с этого участка — 1,97 г, всхожесть их — 17%. В структуре урожая люцерны синегибридной второго года жизни при выращивании на золе с торфом и удобрением 64,7% приходится на листья и стебли и 35,3% — на соцветия (табл. 4).

Таблица 4

Основные данные роста и развития люцерны синегибридной

Показатели	Варианты опытов				почва
	зола + торф	зола + торф + NPK	зола + NPK	зола + полиакрил-амид	
Посев	1/VI	1/VI	1/VI	1/VI	1/VI
Всходы	14/VI	14/VI	14/VI	14/VI	15/VI
1 простой лист	22/VI	19/VI	23/VI	22/VI	24/VI
1 настоящий лист	5/VII	23/VI	5/VII	28/VI	—
Максимальная высота к концу 1-го года вегетации, см	4,8	4,7	21,9	2,5	36,5
Максимальная высота к концу 2-го года вегетации, см	44,5	51,0	38,6	—	80,2
Число побегов	5	4	4,5	—	—
В том числе генеративных	3,6	4	2,2	—	—
Начало бутонизации	25/VI	5/VI	25/VI	—	5/VI
Начало цветения	20/VII	15/VI	5/VII	—	20/VI
Начало созревания	5/VIII	20/VII	—	—	20/VII
Вес 1000 семян, г	—	1,97	—	—	1,93
Всхожесть, %	—	17,0	—	—	52,0

Большой процент гибели люцерны синегибридной в первый год жизни (частично, очевидно, под влиянием газовых выделений промышленных предприятий) не дает пока возможности сделать окончательный вывод о целесообразности ее посева на золоотвале, хотя перед клевером красным и эспарцетом песчаным она несомненно имеет большие преимущества.

Донник белый (*Melilotus albus* Adams). Донник белый относится к числу неприхотливых культур и в наших условиях был высеян весной 1961 г. с нормой высева 40 кг/га. Во всех вариантах на золе развитие донника белого шло медленно и к 24 июля во всех вариантах, за исключением участков на золе с минеральным удобрением, прекратилось потому, что растения засохли. На золе с удобрением растения вегетировали до конца наблюдений, достигли высоты 17—21 см, ветвились и один экземпляр зацвел. Средний

суточный прирост составил в этом варианте 0,3 см, а на золе с торфом — 0,12 см (табл. 5).

Таблица 5

Основные показатели роста донника белого 1-го года жизни

Показатели	Варианты опыта				
	зола + торф	зола + торф + NPK	зола + NPK	зола + полиакриламид	почва
Посев	1/VI	1/VI	2/VI	1/VI	5/VI
Всходы	10/VI	10/VI	14/VI	14/VI	15/VI
Простой лист	22/VI	22/VI	28/VI	22/VI	23/VI
1 настоящий лист	5/VII	5/VII	5/VII	5/VII	—
Максимальная высота к концу вегетации, см	3,5	10,3	18,3	2,1	69,5

Так же, как и у люцерны синегибридной, под влиянием загазованности листья донника были повреждены — края имели бурокоричневую окраску, часть растений погибла.

К весне 1962 г. донник белый сохранился частично во всех вариантах, кроме варианта с полиакриламидом, и прошел все фазы развития, включая созревание семян. Растения образовали по 2 побега, которые обильно цвели и дали семена. Всхожесть полученных семян 16,5%. Максимальная высота контрольных растений равнялась 211 см (табл. 6).

Таблица 6

Основные показатели роста и развития донника белого 2-го года жизни

Показатели	Варианты опыта			
	зола + торф	зола + торф + NPK	зола + NPK	почва
Максимальная средняя высота к концу 2-го года вегетации, см	74,2	101,5	66,6	176,3
Количество побегов на 1 растение	2	2	2	2,8
Начало бутонизации	25/VI	20/VI	1/VII	15/VI
Начало цветения	5/VII	5/VII	20/VII	1/VII
Начало созревания	5/VIII	20/VII	—	20/VII
Суточный прирост, см	0,7	1,2	0,6	2,4
Вес 1000 зерен, г	—	2,64	—	3,0

При сравнении растений донника белого, выросшего на контрольном участке на почве, с растениями на зольном субстрате, ясно видно отставание в росте и развитии. Бутонизация и цветение запаздывают на 5—15 дней, а созревание семян на золе с минеральным удобрением совсем не наступило.

Донник желтый (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Донник желтый был посеян в августе 1961 года. К моменту ухода в зиму донник образовал по 2 настоящих листа. Вес надземной части растений был в два раза больше, чем подземной (с площадок 20×20 см). После перезимовки на учетных делянках сохранилось по 20—25% растений. Растения на чистой золе и на золе с удобрением полностью погибли.

Донник желтый развивался значительно медленнее, чем донник белый. Средняя высота растений на золе с торфом равнялась 38,3 см, часть растений зацвела. На золе с торфом и удобрением средняя высота растений была 45,5 см, донник цвел, но семян в обоих вариантах не образовалось. На всех контрольных растениях было по одному побегу.

Причиной медленного развития донника на зольном субстрате, очевидно, является кислая реакция среды, так как в обычных условиях он хорошо растет на почвах, богатых известью.

Как бобовое растение донник обогащает почву азотом и увеличивает урожай последующих культур, засухоустойчив, может расти на солонцах, песчаных почвах и представляет интерес для возделывания на зеленое удобрение.

Учитывая эти особенности и способность донника образовывать семена при посеве его на золе с торфяным покрытием, можно использовать донник белый для посева на золоотвале и давать ему обсеменяться.

Злаковые растения. Помимо бобовых культур, в ассортимент трав для испытания на золоотвале были включены злаковые травы, играющие решающее значение в отложении в почве органических остатков и образовании дернины. Основная масса мочковатой корневой системы злаковых расположена обычно в слое 15—30 см и обеспечивает питание растений. Отмирая, эти корни способствуют созданию структуры, что особенно важно в условиях совершенно бесструктурного золоотвала.

Костер безостый (*Bromus inermis* Leyss). Одной из злаковых культур, которая была в испытании два года, является костер безостый.

В нормальных условиях выращивания всходы костра появляются на 8—10-й день после посева и через 5—6 дней разворачивается первый лист. В первый год жизни развитие костра безостого заканчивается кущением.

Для посева на золоотвале были взяты семена местной репродукции (из Белоярского района) со всхожестью 48%. Норма высева 50 кг/га.

В наших условиях всходы появились на 10—12-й день после посева, а появление листьев отмечено одновременно с контрольными растениями. Через 45 дней после посева почти во всех вариантах началось усыхание листьев и только на золе с удобрением растения вегетировали до конца наблюдений. Некоторые растения достигли 28 см высоты. На этих участках растения обра-

зовали плотный травостой, который хорошо задерживал золу. Отмечено, что растения костра безостого были засыпаны золой на высоту около 7 см и некоторые из них образовывали придаточные корни на стебле (табл. 7).

Таблица 7

Показатели роста костра безостого 1-го года жизни

Показатели	Варианты опыта				
	зола + торф	зола + торф + NPK	зола + NPK	зола + полиакриламид	почва
Посев	2/VI	2/VI	2/VI	2/VI	5/VI
Всходы	14/VI	14/VI	12/VI	12/VI	15/VI
1 лист	28/VI	28/VI	23/VI	23/VI	23/VI
2 лист	10/VII	12/VII	5/VII	29/VI	28/VI
Максимальная высота к концу 1-го года вегетации, см	6,9	6,1	16,3	6,1	33,4

Пробы на накопление надземной и подземной массы костра безостого в первый год жизни показали, что в условиях зольного субстрата происходит более интенсивный рост подземной массы. Если на почве подземная масса костра безостого в первый год жизни составляет 38%, то на золе с торфом — 42,3%, а на золе с удобрением — 64%, то есть почти в 2 раза больше. Такое развитие корневой системы на золе у костра безостого и других ратений, очевидно, объясняется тем, что зола очень бедна питательными веществами в усвояемой форме и поэтому корни растений стремятся распространиться в возможно большем объеме почвы в поисках элементов питания.

После перезимовки костер безостый сохранился на участках с торфом, с торфом и удобрением и на золе с минеральным удобрением и развивался почти одинаково с контрольными растениями. Колошение костра безостого проходило в вариантах с торфом и с торфом и удобрением с 5 по 20 июня и в этот же период отмечен наибольший прирост растений в высоту. Если до колошения средний прирост в пятидневку составил 4,2—4,8 см, то в период колошения — цветения 8—14 см. Растения костра образовали нормально развитую метелку с числом зерен в колосе от 11 до 39. Всхожесть полученных семян — 77,5% (табл. 8).

Костер безостый сохранился также в травосмеси с люцерной синегибридной на золе с торфом и с торфом и удобрением. На золе с торфом костер безостый образовал 6—7 листьев на одном побеге, и в этой фазе участок был засыпан бульдозером. Высота растений к этому времени была 28,9 см. На золе с торфом и удобрением большинство растений костра образовало по 2—3 вегетативных побега. Наибольшая средняя высота составила 28 см. Все растения остались в фазе вегетации.

Таблица 8

Показатели роста и развития костра безостого 2-го года жизни

Показатели	Варианты опыта			
	зола + торф	зола + торф + +NPK	зола + NPK	почва
Максимальная средняя высота к концу 2-го года вегетации, см. . .	29,7	61,5	62,8	74,0
Количество побегов на 1 растение	2	3	4	4
Длина метелки, см. . . .	—	12,3	12,9	10,2
Вес 1000 зерен, г	—	3,5	—	4,85
Всхожесть, %	—	77,5	—	—

Костер безостый как корневищное растение имеет большое значение для закрепления золоотвалов, так как его возобновление может идти не только за счет семян, но и корневищ, образующих новые вертикальные побеги. Условия загазованности растения переносят хорошо. Поэтому костер безостый заслуживает пристального изучения.

Овсяница красная (*Festuca rubra* L.). По данным проф. И. В. Ларина (1950), овсяница красная — ранний злак. С весны рано трогается в рост, хорошо отрастает после стравливания, дает нежную отаву, которая остается зеленой всю осень. Овсяница красная зимостойка, менее требовательна к богатству почв, чем другие злаки. В первый год развивается медленно, к осени только кустится и генеративных побегов не образует. Только на третий-четвертый год жизни она достигает полного развития и дает высокие урожаи в течение 4—6 лет.

В отношении кормового достоинства и урожайности овсяница красная уступает некоторым пастбищным злакам, но вследствие своей нетребовательности является ценным растением.

Учитывая все эти данные, овсяница красная была включена в ассортимент культур, предназначенных для испытания на золоотвале ТЭЦ № 4 в г. Березники. Посев проведен в мае и августе 1961 г. во всех вариантах опыта семенами, полученными из Польши, с нормой высева 20 кг/га.

Всходы овсяницы красной появились в первую очередь в посевах на золе с удобрением, затем на золе с торфом и на почве. Появление первого листа зафиксировано у большинства растений на 9—11-й день после всходов.

К концу вегетации в первый год лучше всего выглядела овсяница красная на золе с минеральным удобрением. Растения раскустились, образовав по 3—4 побега средней высоты — 9,3 см. Делянки имели вид зеленого ковра. Рост растений закончился в первой декаде августа.

Уже в первый год наблюдений за овсяницей красной было замечено, что растения безболезненно переносят засыпание золой, задерживая ее на себе, что является очень важным качеством для растений при выращивании их на золоотвале.

Овсяница красная на золе с торфом имела к концу наблюдений среднюю высоту 4,3 см и 4—5 листьев. В контроле на почве овся-

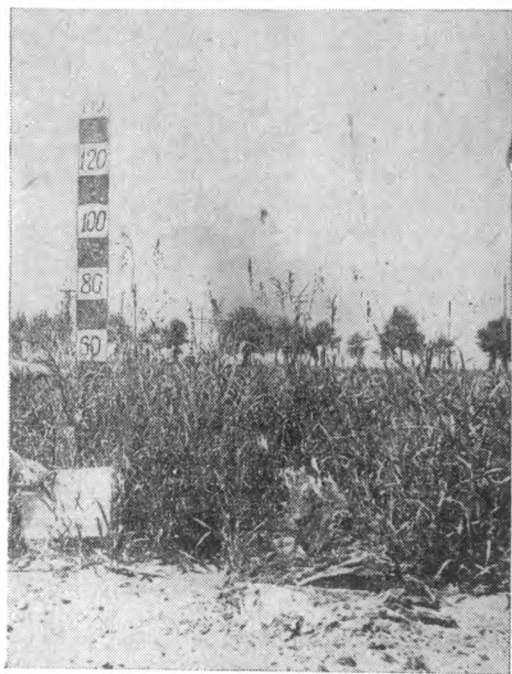


Рис. 19. Костёр безостый на делянках золы с торфом и удобрением.

ница красная образовала за период вегетации 5 листьев, часть растений раскустилась. Средняя высота контрольных растений к концу наблюдений составила 13 см.

Пробы на накопление надземной массы и корневой системы овсяницы красной в первый год жизни показали, что наибольшее развитие надземной массы произошло на золе с удобрением (в 1,4 раза больше, чем на почве). То же самое и по корневой системе.

Таким образом, уже по первому году жизни овсяницы красной можно было сделать вывод, что она является весьма перспективным растением для закрепления золоотвалов.

Овсяница красная хорошо перенесла условия перезимовки и сохранилась на 100% как в весенних, так и в осенних посевах 1961 г. Образовав большую вегетативную массу, она, однако, не

выколосилась. Основная масса растений достигла высоты 40—60 см. Овсяница красная на золе с удобрением на второй год хорошо раскустилась, образовав по 5—6 побегов высотой 35—40 см. Все растения ярко-зеленые.

Более мощного развития овсяница красная достигла на участках осеннего посева. На золе с торфом и удобрением высота растений равнялась 40—45 см и на контрольных растениях насчитывалось 10—15 вегетативных побегов. На отдельных растениях число побегов доходило до 40.

На второй год жизни овсяница красная на золе с торфом дала надземную массу в 7 раз, а корневую систему в 5 раз большую, чем в первый год, а на золе с удобрением — соответственно в 2 и 1,6 раза. Плотный густой травостой овсяницы красной на участке с удобрением способствует прочному закреплению золы.

В конце второго года вегетации были взяты пробные укосные площадки по 1 м² в трех повторностях для определения урожая (табл. 9).

Таблица 9

Вес надземной массы овсяницы красной
2-го года жизни (кг/м²) в воздушно-сухом
состоянии

Повторности	Зола + торф		Зола + NPK	
	вес массы		вес массы	
	сырой	сухой	сырой	сухой
1	1,4	0,53	0,58	0,165
2	0,6	0,261	0,73	0,275
3	0,9	0,32	1,0	0,34
В среднем	0,996	0,37	0,77	0,26

Из этих данных видно, что овсяница красная на второй год жизни на золе с удобрением образует надземную массу немногим меньшую, чем на золе с торфом. Это обстоятельство является очень важным, так как экономически выгоднее внести полное минеральное удобрение, чем наносить слой органического покрытия на поверхность золоотвала.

Как уже указывалось, район золоотвала находится под влиянием высокой концентрации хлора, окислов азота, окиси углерода и сернистого газа. Овсяница красная хорошо выносит эти условия. Учитывая способность овсяницы красной хорошо куститься, выносливость ее против засыпания золой и газостойчивость, эту культуру можно широко рекомендовать в посевах на золоотвалах с применением органического покрытия или полного минерального удобрения.

Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.). Овсяница луговая посеяна на золоотвале в два срока в смеси с донником желтым

и люцерной синегибридной, с нормой высева 12 кг/га. Весенние посевы во всех вариантах опыта дали всходы на 12-й день после посева, то есть примерно на 4—6 дней позднее, чем в нормальных условиях на почве. Первый лист раньше всего (на 5-й день после всходов) развернулся у растений на золе с торфом и удобрением, а в остальных вариантах — только через две недели. Появление последующих листьев отмечено на 5—6-й день после очередного предыдущего. За вегетацию, которая закончилась во всех вариантах очень рано, растения образовали по 3—4 листа, не кустились. Максимальная высота контрольных растений составила к 24 июля на золе с торфом 4,8 см, на золе с торфом и удобрением 9,5 см, на золе с удобрением 8,3 см, на золе с полиакриламидом 6,6 см. Растения начали подсыхать и образование новых листьев прекратилось.

К весне 1962 г. сохранилась одна повторность посева овсяницы луговой с люцерной синегибридной в варианте на золе с торфом и удобрением и единичные экземпляры — на золе с торфом. Во время первого измерения растения имели высоту 9,9 см и один побег. Через два месяца (к 20 июля) овсяница луговая образовала до 4 побегов, а к концу вегетации — до 7 побегов на растении. Но выколосились только единичные экземпляры на всей делянке. Максимальная высота растений равнялась 35 см.

Несколько иначе шло развитие овсяницы луговой осеннего посева 1961 г. в смеси с донником желтым на золе с торфом и удобрением.

Посеянная 7 августа 1961 г., овсяница луговая уже на 10-й день дала всходы и ушла в зиму в фазе 2—3 листьев. Условия перезимовки перенесла хорошо.

К началу измерений средняя высота растений была 9,0 см. Рост овсяницы луговой в течение всего периода вегетации шел равномерно и к 10 августа средняя высота растений составила 46,6 см, максимальная же — 65 см. Суточный прирост равнялся 0,7 см. У контрольных растений образовалось от 8 до 14 вегетативных побегов. До стадии колошения ни одно растение осеннего посева не дошло. Если в обычных условиях овсяница луговая, как растение озимого типа, образует на второй год генеративные побеги, то, следовательно, в условиях золоотвала развитие ее отстало на год. Однако, учитывая ее выносливость к загазованности, необходимо продолжить наблюдения.

Регнерия омская (*Roegneria fibrosa* Nevski). Регнерия омская была посеяна для испытания осенью 1961 г. с нормой высева 30 кг/га. Всходы появились дружные и в зиму растения ушли в фазе 2-х листьев, развиг к этому времени надземную массу в 2 раза большую (по данным проб с площадок 20×20 см), чем подземную.

Как и овсяница красная, регнерия омская на золе с торфом и на золе с торфом и удобрением хорошо перенесла условия перезимовки, а на золе с удобрением почти все растения полностью погибли. Подсчет растений на учетных делянках показал, что часть

растений возшла весной 1962 г. К началу наблюдений — 20 мая — регнерия омская имела 3—4 листа и некоторые учетные растения — по 2 побега. Средняя высота растений к этому времени была на золе с торфом 16,2 см, а на золе с торфом и удобрением 15,6 см (табл. 10).

Таблица 10

Показатели роста и развития регнерии омской

Показатели	Варианты		
	зола+торф	зола+торф+ +NPK	зола+NPK
Посев	2/VIII	3/VIII	3/VIII
Всходы	12/VIII	12/VIII	—
1-й лист	19/VIII	18/VIII	—
Максимальная средняя высота, см	68,4	58,1	51,0
Число побегов на 1 растение	10,0	16,7	—
В том числе генеративных	2,3	3,2	—
Длина колоса	7,08	6,08	8,0
Вес 1000 зерен, г	4,34	4,9	4,74
Всхожесть, %	—	26	45

Делянки регнерии омской имели вид зеленого сеяного злакового луга. На некоторых учетных растениях было до 46 побегов. Генеративные побеги составляют на них 37%, а на учетных делянках выколосилось 70% растений. Колошение началось 5 июня и к 20 июня закончилось.

3 августа были взяты пробы укосной массы регнерии омской с площадок 1 м² в трех повторностях. Зеленой массы регнерии получено в среднем с 1 м² 500 г на участке с торфом и 850 г — на участке с торфом и удобрением. Данные по укосной массе в сыром и воздушно-сухом состоянии приводятся в таблице 11 (в кг на 1 м²).

Таблица 11

Вес надземной массы регнерии омской на 2-й год жизни, кг/м²

Повторности	Зола+торф		Зола+торф+NPK	
	вес массы		вес массы	
	сырой	сухой	сырой	сухой
1	0,48	0,295	1,02	0,515
2	0,5	0,3	0,72	0,415
3	0,5	0,295	0,85	0,445
В среднем	0,493	0,296	0,863	0,458

В структуре урожая регнерии омской второго года жизни 90,5% приходится на листья и стебли и 9,5% на семена. Регнерия омская уже после первого года испытаний на зольном субстрате

должна стоять на одном из первых мест в ряду культур, применяемых для озеленения золоотвалов. Это тем более верно, что регнерия омская менее требовательна к почвам, чем другие злаки, хорошо растет на подзолистых почвах, выносит засоленные почвы и держится в травостое пять и более лет. Условия загазованности она переносит хорошо.

Пырей ростовский (*Agropyrum glaucum* Roem. et Schult). Пырей ростовский был высеян 1 июня 1961 г. на участке с торфом одним рядком длиной 25 м. Всходы появились через две недели и в первый год жизни растения развивались очень медленно. За весь период вегетации они образовали по 3—4 листа и в таком состоянии ушли в зиму.

К весне 1962 г. все растения сохранились и к 20 мая средняя высота пырея ростовского была 26,9 см. К этому времени растения имели от 2 до 4 листьев. Через 20 дней (10 июня) после начала наблюдений было отмечено единичное колошение пырея ростовского. Средняя высота растений к этому времени составила уже 41,4 см. Массовое колошение наступило 20 июня.

К концу второго месяца (от начала наблюдений) растения пырея ростовского образовали по 2—4 генеративных побега с длиной колоса, равной 10,2 см. Высота растений в это время была 72,7 см. Еще через месяц (к 20 августа) растения имели уже по 5 побегов, из них 2—3 — генеративных. Максимальная высота составила 81,3 см, длина колоса — 10,8 см. Все растения чувствовали себя хорошо, совершенно не страдали от загазованности.

При сравнении развития пырея в условиях зольного субстрата с растениями, выращиваемыми на почве, ясно видно заметное отставание в развитии на золе. Если на почве в первый год жизни растения хотя и развиваются медленно, но образуют генеративные побеги в июле, то в наших условиях в первый год жизни развитие закончилось листообразованием.

Тем не менее, учитывая нетребовательность пырея ростовского к почвам, его зимостойкость, засухоустойчивость и способность расти в условиях высокой загазованности воздуха, следует продолжить наблюдения с тем, чтобы сделать окончательный вывод о пригодности его для выращивания на золоотвалах в условиях г. Березники.

ВЫВОДЫ

Проведенные в течение двух лет стационарные испытания многолетних и однолетних культур позволяют сделать некоторые выводы.

1. Культура многолетних растений на чистой золе дала отрицательные результаты.

2. На золе с применением торфяного покрытия лучшие результаты получены по злаковым культурам; в частности, хорошо растут и развиваются овсяница красная и луговая, костер безостый, рег-

нерия омская. Из бобовых обнадеживающие результаты дали люцерна синегибридная и донник белый.

3. На золе с применением полного минерального удобрения хороший травостой образовала овсяница красная и костер безостый. Бобовые же культуры почти полностью погибли.

Дальнейшие испытания бобовых и злаковых культур на стационаре позволят сделать окончательный вывод о наиболее перспективных для выращивания на золоотвале в условиях высокой загазованности растениях.
